

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> : H04L 25/03, 27/26		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/52892
			(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 8. September 2000 (08.09.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/00613			(81) Bestimmungsstaaten: CN, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 1. März 2000 (01.03.00)			
(30) Prioritätsdaten: 199 08 806.3 1. März 1999 (01.03.99) DE			
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, D-81541 München (DE).			
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHENK, Heinrich [DE/DE]; Fatimastr. 3, D-81476 München (DE). STRÄUSSNIGG, <del>Dietmar</del> [AT/AT]; Kosmonhuberstr. 4, A-9500 Villach (AT). SCHNEIDER, Stefan [AT/AT]; Kasemstr. 21A, A-8010 Graz (AT).			
(74) Gemeinsamer Vertreter: INFINEON TECHNOLOGIES AG; Zedlitz, Peter, Postfach 22 13 17, D-80503 München (DE).			

Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.  
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: METHOD OF NOISE CANCELLATION IN A SIGNAL GENERATED BY DISCRETE MULTI-TONE MODULATION AND CIRCUIT FOR CARRYING OUT SAID METHOD

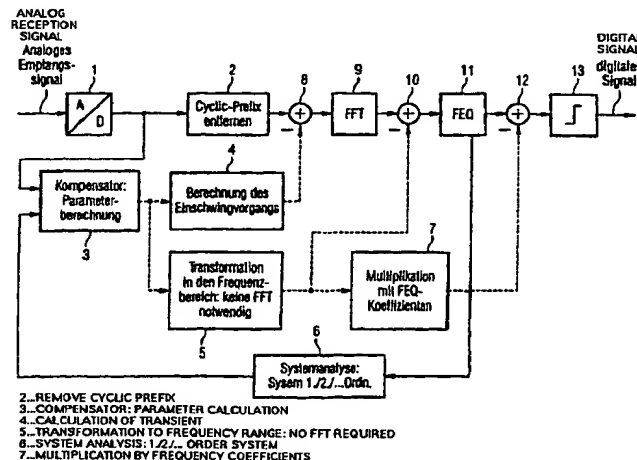
(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR KOMPENSATION VON STÖRUNGEN BEI EINEM MIT DISKRETER MULTITON-MODULATION ERZEUGTEN SIGNAL UND SCHALTUNGSANORDNUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS

(57) Abstract

The invention relates to a method of canceling noise in a signal generated by discrete multi-tone modulation. The noise is caused primarily by the transient of a transmission channel via which the signal is transmitted. The signal comprises a plurality of symbols each of which is preceded by a cyclic prefix. According to the invention, a plurality of parameters is calculated from the digitized sample values of the signal and the approximate transient of the transmission channel is calculated from said plurality of parameters. To cancel the noise the approximately calculated transient is subtracted from the digitized sample values.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal. Die Störungen werden im wesentlichen durch den Einschwingvorgang eines Übertragungskanals, über den das Signal übertragen wird, verursacht. Das Signal weist eine Vielzahl von Symbolen auf und jedem Symbol ist ein zyklisches Prefix vorangestellt. Aus den digitalisierten Abtastwerten des Signals wird erfindungsgemäss eine Vielzahl von Parametern berechnet. Aus der Vielzahl von Parametern wird näherungsweise der Einschwingvorgang des Übertragungskanals berechnet. Zur Kompensation der Störungen wird der näherungsweise berechnete Einschwingvorgang von den digitalisierten Abtastwerten subtrahiert.



# **LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland			TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	ML	Mali	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MN	Mongolei	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MR	Mauretanien	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MW	Malawi	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	MX	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NE	Niger	UZ	Niger
CG	Kongo	KE	Kenia	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CM	Kamerun			PL	Polen		
CN	China	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
EE	Estland	LR	Liberia	SG	Singapur		

## Beschreibung

Verfahren zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal und Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 und eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 4.

Die diskrete Multiton-Modulation (DMT) - auch Mehrträgermodulation - ist ein Modulationsverfahren, das sich insbesondere zur Übertragung von Daten über linear verzerrende Kanäle eignet. Gegenüber einem sogenannten Einträgerverfahren - beispielsweise die Amplitudenmodulation - , das nur eine Trägerfrequenz aufweist, werden bei der diskreten Multiton-Modulation eine Vielzahl von Trägerfrequenzen benutzt. Jede einzelne Trägerfrequenz wird in der Amplitude und Phase nach der Quadraturamplituden-Modulation (QAM) moduliert. Man erhält somit eine Vielzahl von QAM-modulierten Signalen. Pro Trägerfrequenz kann dabei eine bestimmte Anzahl an Bits übertragen werden. Die diskrete Multiton-Modulation wird beispielsweise für den digitalen Rundfunk DAB (Digital Audio Broadcast) unter der Bezeichnung OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) und zur Übertragung von Daten über Telefonleitungen unter der Bezeichnung ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) eingesetzt.

Bei ADSL ist der physische Übertragungskanal eine Zweidrahtleitung (Kupferdoppelader) des Telefonnetzes. Allerdings weist ein solcher Übertragungskanal eine lange Einschwingzeit auf. Mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugte Signale enthalten typischerweise sehr kurze Impulse mit einer hohen Am-

plitude, die bei diesem Übertragungskanal langsam ausklingende Impulsantworten bewirken. Ist eine Impulsantwort noch nicht vollständig abgeklungen, wenn ein neuer Impuls beim Empfänger eintrifft, so treten Störungen im Empfänger auf.

5 Zur Kompensation solcher Störungen enthalten DMT-Empfänger beispielsweise Zeitbereichsentzerrer, die die Impulsantwort des Übertragungskanals verkürzen und Störungen aufgrund einer Überlagerung einer noch nicht abgeklungenen Impulsantwort eines Impulses und einer Impulsantwort eines nachfolgenden Impulses vermeiden sollen.

10

Der Zeitbereichsentzerrer (TDEQ = Time domain Equalizer) kann beispielsweise als digitales Transversalfilter, dessen Koeffizienten einstellbar sind, ausgeführt sein. Der Entwurf solcher Zeitbereichsentzerrer ist in Al-Dhahir, N., Cioffi, J.M., "Optimum Finite-Length Equalization for Multicarrier Transceivers", IEEE Trans.on Comm., Vol.44, No.1, Jan.1996 beschrieben.

15

20 Nachteilig ist bei solchen Zeitbereichsentzerrern jedoch die hohe Anzahl an Koeffizienten, die das als Zeitbereichsentzerrer eingesetzte digitale Transversalfilter aufweist, und die aufwendige Adaption des digitalen Transversalfilters. Bei einer Filterlänge von 20 bis 40 Koeffizienten sind pro Sekunde

25 ungefähr 50 bis 100 Millionen Multiplikationen durchzuführen. Dementsprechend benötigt ein digitales Filter zur Zeitbereichsentzerrung eine sehr hohe Rechenleistung. Zusätzlich muß zur Adaption des digitalen Transversalfilters jeder Koeffizient eingestellt werden. Dies erfordert eine lange Ad-

30 aptionszeit, die zu Beginn einer ADSL-Übertragung vorgesehen werden muß.

Das der Erfindung zugrundeliegende technische Problem liegt daher darin, ein Verfahren zur Kompensation von Störungen bei

35 einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal und

eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens anzugeben, wobei das Verfahren einfach auszuführen ist und die Schaltungsanordnung einfach herstellbar ist und keine aufwendige Adaption von Koeffizienten erforderlich ist.

5

Dieses Problem wird durch ein Verfahren zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal mit den Merkmalen von Patentanspruch 1 und durch eine Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens mit  
10 den Merkmalen des Patentanspruches 4 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den jeweiligen Unteransprüchen.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Kompensation von  
15 Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal. Die Störungen werden im wesentlichen durch den Einschwingvorgang eines Übertragungskanals, über den das Signal übertragen wird, verursacht. Das Signal weist eine Vielzahl von Symbolen auf und jedem Symbol ist ein zyklisches  
20 Prefix vorangestellt. Aus den digitalisierten Abtastwerten des Signals wird eine Vielzahl von Parametern berechnet. Aus der Vielzahl von Parametern wird wiederum näherungsweise der Einschwingvorgang des Übertragungskanals berechnet. Zur Kompensation der Störungen wird der näherungsweise berechnete  
25 Einschwingvorgang von den digitalisierten Abtastwerten subtrahiert. Vorteilhafterweise wird die Vielzahl von Parametern direkt aus dem Signal berechnet und es ist keine zeitaufwendige Adaption von Koeffizienten wie bei Zeitbereichsentzerrern notwendig. Somit können auch keine Konvergenzprobleme,  
30 die durch eine zu lange Adaption verursacht werden, auftreten. Der näherungsweise berechnete Einschwingvorgang ergibt sich dabei aus der Überlegung, daß sich der Übertragungskanal wie ein lineares System niedriger Ordnung verhält und der Einschwingvorgang eines solchen Systems sehr einfach berechnet  
35 werden kann. Vorteilhafterweise kann der näherungsweise

berechnete Einschwingvorgang im Zeitbereich oder im Frequenzbereich von den digitalisierten Abtastwerten subtrahiert werden. Bei einer Subtraktion im Frequenzbereich ist keine Fouriertransformation des näherungsweise berechneten Einschwingvorganges nötig, da die Koeffizienten, die mit den Einschwingvorgang definierenden Exponentialfunktionen multipliziert werden, gleich bleiben. In einer bevorzugten Ausführungsform wird jeder Parameter durch Subtrahieren eines Paares von digitalisierten Abtastwerten berechnet. Besonders bevorzugt weist dabei jedes Paar von digitalisierten Abtastwerten einen digitalisierten Abtastwert eines Symbols und einen digitalisierten Abtastwert eines zyklischen Prefix auf.

Die Erfindung betrifft weiterhin eine Schaltungsanordnung zur Durchführung eines Verfahrens zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal. Das Signal weist eine Vielzahl von Symbolen auf und jedem Symbol ist ein zyklisches Prefix vorangestellt. Digitalisierten Abtastwerte des Signals werden dabei einem Seriell-Parallel-Wandler zugeführt. Es ist ferner eine Vielzahl von Subtrahiererschaltungen vorgesehen. Jede Subtrahiererschaltung subtrahiert einen digitalisierten Abtastwert des Symbols und einen entsprechenden digitalisierten Abtastwert des dem Symbol vorangestellten zyklischen Prefix voneinander. Als Ergebnis der Subtraktion ergibt sich eine dem digitalisierten Abtastwert des zyklischen Prefix überlagerte Störung. Für jeden Koeffizienten der Gleichung, die zur näherungsweisen Berechnung des Einschwingvorganges des Übertragungskanals aufgestellt wurde, sind Multipliziererschaltungen vorgesehen, die das Ausgangssignal jeder Subtrahierschaltung mit den Koeffizienten multiplizieren. Das Ausgangssignal jeder Multipliziererschaltung wird dann von dem entsprechenden digitalen Abtastwert des Symbols subtrahiert.

Weitere Vorteile, Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigt

5

Fig.1 ein Blockschaltbild des Verfahrens zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal; und

10 Fig.2 ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal; und

15 Fig.3 einen Block des mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signals.

In Figur 1 ist ein Blockschaltbild mit den für die Erfindung wesentlichen Komponenten und drei gestrichelt abgebildeten  
20 verschiedenen Ausführungsbeispielen des Verfahrens dargestellt. Das dargestellte Blockschaltbild entspricht dabei einem Empfänger für ein mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugtes Signal.

25 Ein analoges Empfangssignal, das mit der diskreten Multiton-Modulation erzeugt worden ist, wird einem Analog-Digital-Umsetzer 1 zugeführt. Der Analog-Digital-Umsetzer 1 tastet das analoge Empfangssignal ab und setzt die Abtastwerte des analogen Empfangssignals in digitale Werte um.

30

Ein Block des mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signals ist in Figur 3 dargestellt. Eine Anzahl  $N+P$  von digitalen Werten bildet dabei den Block, der ein übertragenes Symbol, das aus  $N$  digitalen Werten besteht, enthält. Die restli-  
35 chen  $P$  digitalen Werte des Blocks entsprechen den letzten  $P$

digitalen Werten des Symbols und bilden einen Cyclic-Prefix. Der Cyclic-Prefix steht dabei am Anfang des Blocks. Durch den Cyclic-Prefix wird eine "Pseudo-Periodizität" erzeugt, die dem Empfänger eine leichtere Frequenzbereichsentzerrung des empfangenen Signals ermöglicht. Dabei kann nämlich der Übertragungskanal als lineare Übertragungsfunktion angesehen werden.

Wie in Figur 1 dargestellt, werden die digitalen Werte des Blocks einerseits einer Einheit zum Entfernen des Cyclic-Prefix 2 und andererseits einer Kompensatoreinheit zur Parameterberechnung 3 zugeführt.

Die Kompensatoreinheit zur Parameterberechnung 3 errechnet aus dem Cyclic-Prefix Störungen, die durch den Einschwingvorgang insbesondere des Übertragungskanals entstanden sind. Dazu werden die entsprechenden digitalen Werte des Cyclic-Prefix und des Symbols voneinander subtrahiert. Das Ergebnis der Subtraktion entspricht den Störungen. Dies gilt selbstverständlich nur, wenn die Impulsantwort des Übertragungskanals kürzer als die Zeitdauer eines Symbols einschließlich Cyclic-Prefix ist. In diesem Fall können die digitalen Werte am Ende eines Blocks als eingeschwungen und fehlerfrei betrachtet werden. Dadurch können Störungen aufgrund des Einschwingvorgangs sehr genau berechnet werden. Aus diesen Störungen berechnet die Kompensatoreinheit 3 Parameter für eine lineare Gleichung, die näherungsweise den Einschwingvorgang, der im wesentlichen die Störungen verursacht, angibt.

Die lineare Gleichung zur näherungsweisen Berechnung des Einschwingvorganges beruht auf der Annahme, daß sich der Einschwingvorgang wie der Einschwingvorgang bei einem linearen System niedriger Ordnung verhält. Als ausreichend stellten sich dabei Systeme erster und zweiter Ordnung heraus. Bei einem beispielhaften System zweiter Ordnung weist die Gleichung



zur Berechnung des Einschwingvorganges zwei Parameter  $c_1$  und  $c_2$  auf. Die allgemeine Form der Gleichung zur Berechnung des Einschwingvorganges wird durch die folgende Formel dargestellt:

5

$$e(n \cdot T) = c_1 \cdot f_1(n \cdot T) + c_2 \cdot f_2(n \cdot T) + \dots$$

Die Funktionen  $f_i(n \cdot T)$  sind Exponentialfunktionen, die auch konjugiert komplex sein können. Durch eine Z-Transformation gilt im Frequenzbereich folgende Gleichung zur Berechnung des

10 Einschwingvorganges:

$$E(z) = c_1 \cdot F_1(z) + c_2 \cdot F_2(z) + \dots$$

Zur Berechnung von zwei Parametern  $c_1$  und  $c_2$  werden somit

15 zwei digitale Werte der Störungen aufgrund des Einschwingvorganges benötigt.

Die berechneten Parameter können einerseits einer Einheit zur Berechnung des Einschwingvorganges 4 und andererseits einer

20 Einheit zur Transformation in den Frequenzbereich 5 zugeführt werden.

Findet die Kompensation der Störungen im Zeitbereich statt, so wird der Einschwingvorgang, der von der Einheit zur Berechnung des Einschwingvorganges 4 errechnet wurde, mittels

25 eines ersten Subtrahierers 8 von den Ausgangswerten der Einheit zur Entfernung des Cyclic-Prefix 2 subtrahiert. Die so berechneten fehlerfreien digitalen Werte werden dann einer Einheit zur Berechnung der schnellen Fourier-Transformation 9

30 (FFT) zugeführt, die das durch die digitalen Werte dargestellte Signal vom Zeit- in den Frequenzbereich umsetzt.

Soll stattdessen die Kompensation der Störungen im Frequenzbereich stattfinden, werden die Ausgangswerte der Einheit zur

Transformation in den Frequenzbereich 5 mittels eines zweiten Subtrahierers 10 von den Ausgangswerten der Einheit der zur Berechnung der schnellen Fourier-Transformation 9 subtrahiert. Die so berechneten fehlerfreien digitalen Werte werden  
5 dann einem Frequenzbereichsentzerrer 11 (FEQ = Frequency Equalization) zugeführt.

Der Frequenzbereichsentzerrer 11 ist als adaptives digitales Filter ausgeführt, dessen Koeffizienten zu Beginn einer Übertragung an den Übertragungskanal angepaßt werden. Ist der  
10 Frequenzbereichsentzerrer vollständig angepaßt, so stellt die Übertragungsfunktion die inverse Übertragungsfunktion des Übertragungskanals dar.

15 Die angepaßten Werte des digitalen Filters des Frequenzbereichsentzerrers werden einer Einheit zur Systemanalyse 6 zugeführt. Die Einheit zur Systemanalyse 6 berechnet aus den zugeführten Koeffizienten die Eigenschaften des Übertragungskanals und stellt daraus die Gleichung zur näherungsweise  
20 Berechnung des Einschwingvorganges des Übertragungskanals zusammen. Diese Gleichung wird der Kompensatoreinheit zur Parameterberechnung 3 zugeführt und von dieser ausgewertet.

Als dritte Alternative kann die Kompensation von Störungen  
25 nach der Frequenzbereichsentzerrung durch den Frequenzbereichsentzerrer 11 stattfinden. Dazu werden die Ausgangswerte der Einheit zur Transformation in den Frequenzbereich 5 einer Einheit zur Multiplikation mit den FEQ-Koeffizienten 7 zugeführt. Die Einheit zur Multiplikation mit FEQ-Koeffizienten 7  
30 multipliziert die zugeführten Werte mit den angepaßten Koeffizienten des Frequenzbereichsentzerrers 11. Die Ausgangswerte der Einheit zur Multiplikation mit FEQ-Koeffizienten 7 werden dann mittels eines dritten Subtrahierers 12 von den Ausgangswerten der Einheit zur Frequenzbereichsentzerrung 11 subtrahiert.  
35

Die so errechneten störungsfreien digitalen Werte werden schließlich einer Einheit zur Entscheidung und Dekodierung 13 zugeführt, die ein digitales Signal erzeugt, das die im analo-  
5 gen Empfangssignal enthaltene Information enthält.

In Figur 2 ist ein Ausführungsbeispiel einer Schaltungsanordnung zur Durchführung des Verfahrens dargestellt.

10 Bei diesem Ausführungsbeispiel findet die Kompensation der Störungen im Zeitbereich vor einer schnellen Fourier-Transformation statt.

Ein analoges Empfangssignal wird einem Analog-Digital-  
15 Umsetzer 14 zugeführt, der das zugeführte analoge Empfangssignal in digitale Werte umsetzt.

Die digitalen Werte am Ausgang des Analog-Digital-Umsetzers 14 werden einer Einheit zur Seriell-Parallel-Wandlung 15 zugeführt.  
20

Die Einheit zur Seriell-Parallel-Wandlung 15 weist  $N+P$  Speicherplätze für digitale Werte auf.  $N+P$  digitale Werte bilden genau einen Block des mit diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signals. Ein Block weist dabei am Anfang das Cyclic-Prefix, das aus  $P$  digitalen Werten besteht, und darauf folgend das Symbol, das aus  $N$  digitalen Werten besteht, auf.  
25

In diesem Ausführungsbeispiel wird der Übertragungskanal als  
30 ein System 1.Ordnung betrachtet, wobei zur Berechnung des Einschwingvorganges lediglich ein digitaler Wert der Störungen benötigt wird.

Unter der Annahme, daß Einschwingvorgang des Kanals bereits  
35 vor den letzten digitalen Wert eines Blocks (Speicherplätze

1, 2) bereits abgeklungen ist, wird der Fehler aufgrund des Einschwingvorganges durch Subtraktion des letzten digitalen Wertes des Blocks (Speicherplatz 1) und des letzten digitalen Wertes des Cyclic-Prefix (Speicherplatz N+1) berechnet.

5

Dazu werden diese digitalen Werte einem Subtrahierer 16 zugeführt. Der berechnete Fehler am Ausgang des Subtrahierers 16 wird jeweils einem Multiplikator 15, 17 zugeführt. Für jeden der N digitalen Werte des Symbols ist dabei Multiplikator

10 vorgesehen. Jeder Multiplikator multipliziert den Fehler am Ausgang des Subtrahierers 16 mit einem Parameter, der mit der Systemgleichung für ein lineares System 1.Ordnung berechnet wurde.

15 Der berechnete Einschwingvorgang wird jeweils von einem digitalen Wert des Symbols mittels Subtrahierer 19, 20 subtrahiert.

Die so berechneten und korrigierten digitalen Werte des Symbols werden dann einer Einheit zur schnellen Fourier-

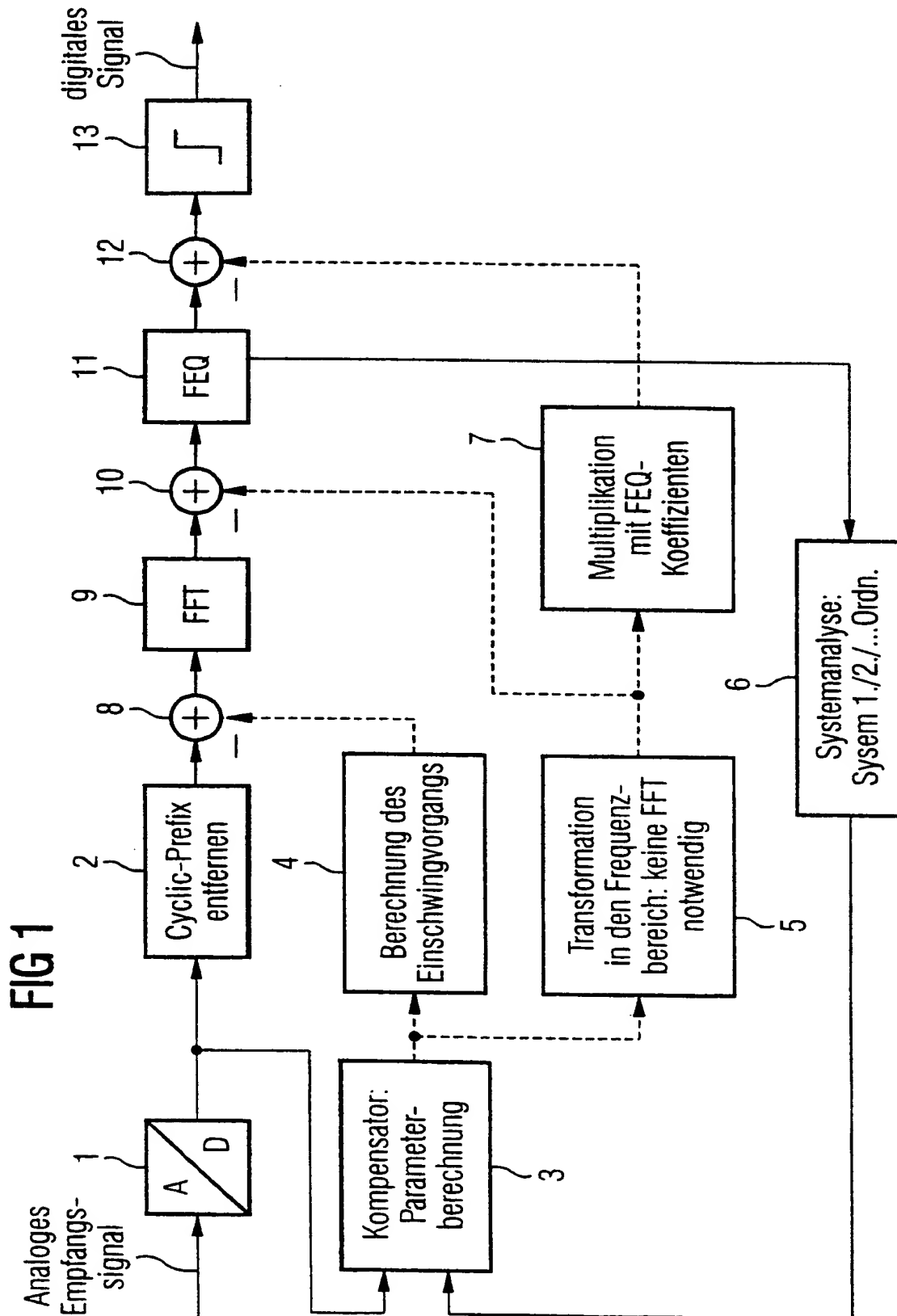
20 Transformation 21 zugeführt, die das durch die zugeführten digitalen Werte dargestellte Signal von Zeit- in den Frequenzbereich zur Weiterverarbeitung umsetzt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal, wobei die Störungen im wesentlichen durch den Einschwingvorgang eines Übertragungskanals, über den das Signal übertragen wird, verursacht werden, wobei das Signal eine Vielzahl von Symbolen aufweist und jedem Symbol ein zyklisches Prefix vorangestellt ist,
- dadurch gekennzeichnet, daß
- a) aus den digitalisierten Abtastwerten des Signals eine Vielzahl von Parametern berechnet wird,
  - b) aus der Vielzahl von Parametern der Einschwingvorgang des Übertragungskanals näherungsweise berechnet wird,
  - c) der näherungsweise berechnete Einschwingvorgang von den digitalisierten Abtastwerten jedes Symbols subtrahiert wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß
- jeder Parameter durch Subtrahieren eines Paares von digitalisierten Abtastwerten berechnet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß
- jedes Paar von digitalisierten Abtastwerten einen digitalisierten Abtastwert eines Symbols und einen digitalisierten Abtastwert eines zyklischen Prefix aufweist.
4. Schaltungsanordnung zur Durchführung eines Verfahrens zur Kompensation von Störungen bei einem mit Diskreter Multiton-Modulation erzeugten Signal, wobei das Signal eine Vielzahl von Symbolen aufweist und jedem Symbol ein zyklisches Prefix vorangestellt ist, wobei die digitalisierten Abtastwerte des Signals einem Seriell-Parallel-Wandler (15) zugeführt werden,
- dadurch gekennzeichnet, daß

- eine Vielzahl von Subtrahiererschaltungen (16) vorgesehen sind, wobei jede Subtrahiererschaltung einen digitalisierten Abtastwert des Symbols und einen digitalisierten Abtastwert des dem Symbol vorangestellten zyklischen Prefix voneinander  
5 subtrahiert,
- eine Vielzahl von Multipliziererschaltungen (15, 17) vorgesehen ist,
- das Ausgangssignal jeder Subtrahierschaltung jeweils einer  
der Vielzahl von Multipliziererschaltungen (15, 17) zugeführt  
10 wird, und
- das Ausgangssignal jeder Multipliziererschaltung (15, 17) von dem entsprechenden digitalen Abtastwert des Symbols subtrahiert wird (19, 20).

1/2



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIG 2

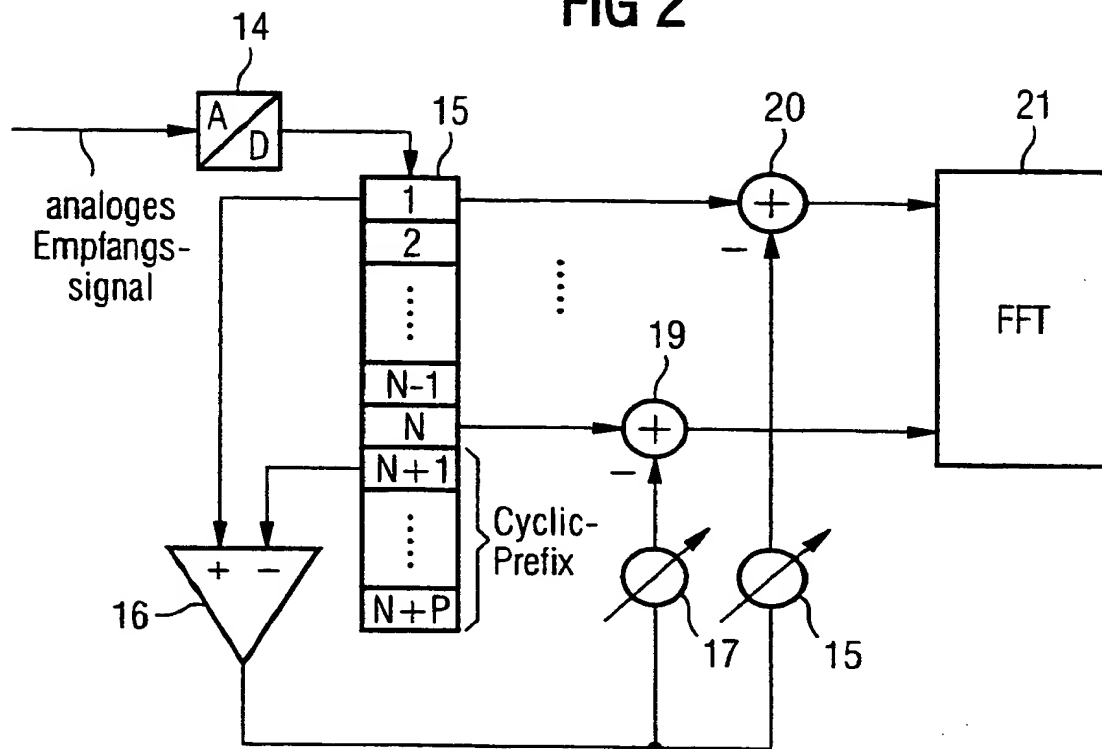
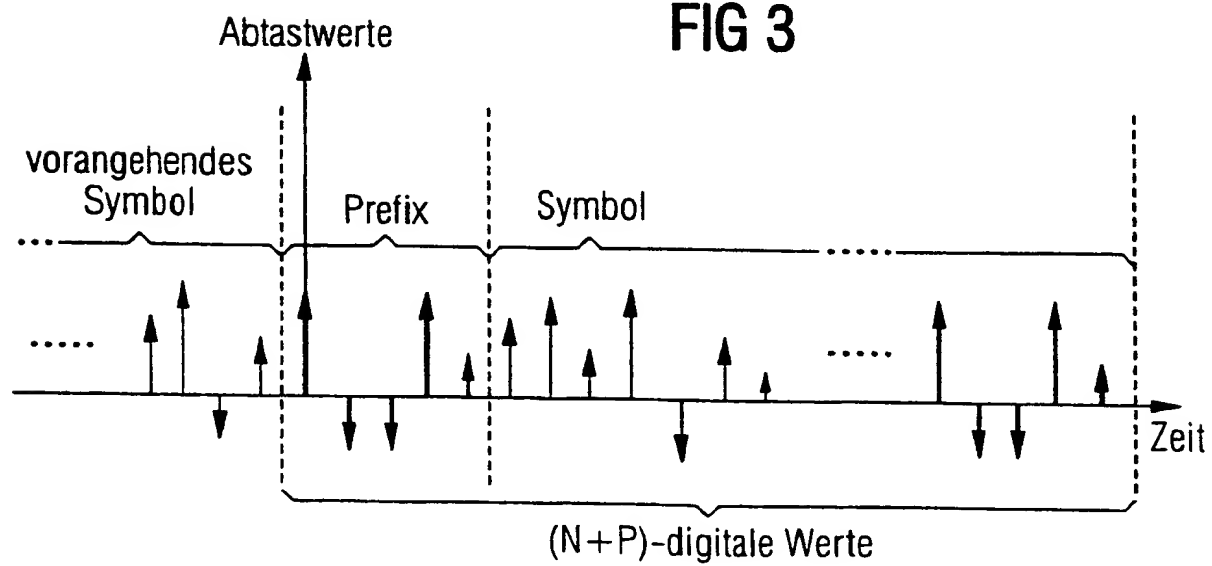


FIG 3



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/00613

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04L25/03 H04L27/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	DE 199 01 465 A (SIEMENS AG) 31 May 2000 (2000-05-31) the whole document ---	1-4
A	US 5 521 908 A (YOUNCE RICHARD C ET AL) 28 May 1996 (1996-05-28) page 4, column 1, line 17 - line 21 page 4, column 2, line 52 - line 60 claim 1 ---	1-4
A	EP 0 768 778 A (ALCATEL BELL NV) 16 April 1997 (1997-04-16) page 3, line 35 - line 36 page 3, line 47 - line 52 page 4, line 1 - line 4 figures 1,2 --- -/--	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 July 2000

Date of mailing of the international search report

04/08/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Moreno, M

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/00613

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>AL-DHAHIR N ET AL: "OPTIMUM FINITE-LENGTH EQUALIZATION FOR MULTICARRIER TRANSCIVERS" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,US,IEEE INC. NEW YORK, vol. 44, no. 1, 1996, pages 56-64, XP000549644 ISSN: 0090-6778 cited in the application paragraph B figure 1</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Appl. Application No

PCT/DE 00/00613

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19901465	A	31-05-2000	WO 0031937 A	02-06-2000
US 5521908	A	28-05-1996	NONE	
EP 0768778	A	16-04-1997	AU 705465 B	20-05-1999
			AU 6813696 A	17-04-1997
			CA 2187660 A	12-04-1997
			NZ 299431 A	26-05-1997
			US 5870432 A	09-02-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inter. nales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00613

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 H04L25/03 H04L27/26

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, COMPENDEX, INSPEC

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie <sup>a</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
E	DE 199 01 465 A (SIEMENS AG) 31. Mai 2000 (2000-05-31) das ganze Dokument	1-4
A	US 5 521 908 A (YOUNCE RICHARD C ET AL) 28. Mai 1996 (1996-05-28) Seite 4, Spalte 1, Zeile 17 - Zeile 21 Seite 4, Spalte 2, Zeile 52 - Zeile 60 Anspruch 1	1-4
A	EP 0 768 778 A (ALCATEL BELL NV) 16. April 1997 (1997-04-16) Seite 3, Zeile 35 - Zeile 36 Seite 3, Zeile 47 - Zeile 52 Seite 4, Zeile 1 - Zeile 4 Abbildungen 1,2	1-4
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juli 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

04/08/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Moreno, M

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	<p>AL-DHAHIR N ET AL: "OPTIMUM FINITE-LENGTH EQUALIZATION FOR MULTICARRIER TRANSCIVERS" IEEE TRANSACTIONS ON COMMUNICATIONS,US,IEEE INC. NEW YORK, Bd. 44, Nr. 1, 1996, Seiten 56-64, XP000549644 ISSN: 0090-6778 in der Anmeldung erwähnt Abschnitt B Abbildung 1</p> <p>-----</p>	1-4



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/00613

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19901465 A	31-05-2000	WO 0031937 A	02-06-2000
US 5521908 A	28-05-1996	KEINE	
EP 0768778 A	16-04-1997	AU 705465 B	20-05-1999
		AU 6813696 A	17-04-1997
		CA 2187660 A	12-04-1997
		NZ 299431 A	26-05-1997
		US 5870432 A	09-02-1999

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**